

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-13544
(P2002-13544A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

F 1 6 D 3/224

F 1 6 D 3/224

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-193117 (P2000-193117)

(22) 出願日 平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 中川 亮

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100064584

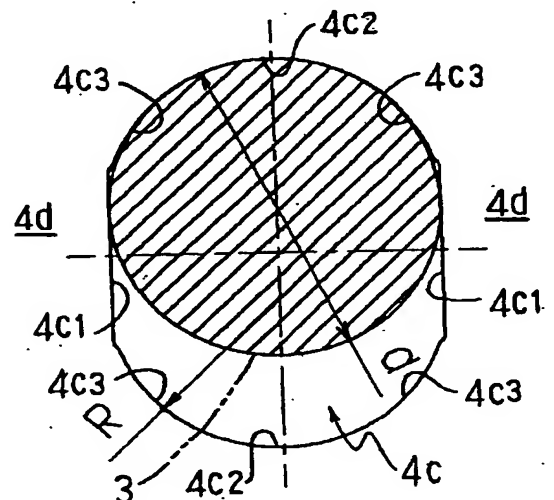
弁理士 江原 省吾 (外3名)

(54) 【発明の名称】 等速自在継手

(57) 【要約】

【課題】 保持器の強度及び耐久性の向上

【解決手段】 保持器4のポケット4cは、該保持器4の軸線方向で対向する一対の軸方向壁面4c1と、周方向で対向する一対の周方向壁面4c2と、軸方向壁面4c1と周方向壁面4c2とを繋ぐ隅アール部4c3とで構成される。トルク伝達ボール3の直径dに対する隅アール部4c3の曲率半径Rの比 (R/d) を $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ の範囲内の値にし、また、周方向壁面4c2と隅アール部4c3とを曲率半径Rの一つの円弧で描いている。さらに、軸方向壁面4c1については、該保持器4の熱処理 (浸炭焼入れ焼戻し) 後に、研削又は焼入れ鋼切削等を行って、加工代のバラツキが小さくなるようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 球面状の内径面に軸方向に延びる 8 本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、球面状の外径面に軸方向に延びる 8 本の曲線状の案内溝を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝とこれに対応する内側継手部材の案内溝とが協働して形成される 8 本のボールトラックに配された 8 個のトルク伝達ボールと、トルク伝達ボールを保持する 8 個の窓形のポケットを有する保持器とを備え、前記ボールトラックが軸方向の一方に向かって楔状に開いた等速自在継手であって、前記保持器のポケットが隅アール部を有し、前記隅アール部の曲率半径 R とトルク伝達ボールの直径 d との比 (R/d) が $R/d \geq 0.22$ であることを特徴とする等速自在継手。

【請求項 2】 球面状の内径面に軸方向に延びる 8 本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、球面状の外径面に軸方向に延びる 8 本の曲線状の案内溝を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝とこれに対応する内側継手部材の案内溝とが協働して形成される 8 本のボールトラックに配された 8 個のトルク伝達ボールと、トルク伝達ボールを保持する 8 個の窓形のポケットを有する保持器とを備え、前記ボールトラックが軸方向の一方に向かって楔状に開き、かつ、前記外側継手部材および内側継手部材の各案内溝に直線状の溝底を有するストレート部が設けられた等速自在継手であって、前記保持器のポケットが隅アール部を有し、前記隅アール部の曲率半径 R とトルク伝達ボールの直径 d との比 (R/d) が $R/d \geq 0.22$ であることを特徴とする等速自在継手。

【請求項 3】 前記隅アール部の曲率半径 R とトルク伝達ボールの直径 d との比 (R/d) が $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の等速自在継手。

【請求項 4】 前記保持器の 8 個のポケットが、周方向長さが相互に異なる第 1 ポケットと第 2 ポケットとで構成され、かつ、周方向長さの短い第 1 ポケットが 90 度又は 180 度の間隔で配置されていることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の等速自在継手。

【請求項 5】 前記保持器の 8 個のポケットの周方向長さが相互に同じであることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の等速自在継手。

【請求項 6】 前記保持器のポケットの壁面のうち、少なくとも該保持器の軸線方向で対向する一対の軸方向壁面が、該保持器の熱処理後の切削によって形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れかに記載の等速自在継手。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、駆動軸と従動軸とが角度を取ったときでも、回転トルクを等速で伝達する

ことができる等速自在継手に関する。等速自在継手は、二軸間の角度変位のみを許容する固定型等速自在継手と、二軸間の角度変位及び軸方向変位を許容する摺動型等速自在継手とに大別され、そのうち本発明は前者の固定型等速自在継手を対象とする。

【0002】

【従来の技術】 図 7 は、自動車のドライブシャフト等の連結用継手として従来より使用されている固定型等速自在継手（ツェパー型等速自在継手：ボールフィックスドジョイント）を示している。この等速自在継手は、球面状の内径面 11a に 6 本の曲線状の案内溝 11b を軸方向に形成した外側継手部材 11 と、球面状の外径面 12a に 6 本の曲線状の案内溝 12b を軸方向に形成し、内径面に歯型（セレーション又はスプライン）を有する嵌合部 12c を形成した内側継手部材 12 と、外側継手部材 11 の案内溝 11b とこれに対応する内側継手部材 12 の案内溝 12b とが協働して形成される 6 本のボールトラックに配された 6 個のトルク伝達ボール 13 と、トルク伝達ボール 13 を保持するポケット 14c を備えた保持器 14 とで構成される。

【0003】 外側継手部材 11 の案内溝 11b の中心 A は内径面 11a の球面中心に対して、内側継手部材 12 の案内溝 12b の中心 B は外径面 12a の球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離だけ反対側（同図に示す例では中心 A は継手の開口側、中心 B は継手の奥部側）にオフセットされている。そのため、案内溝 11b とこれに対応する案内溝 12b とが協働して形成されるボールトラックは、軸方向の一方（同図に示す例では継手の開口側）に向かって楔状に開いた形状になる。外側継手部材 11 の内径面 11a の球面中心、内側継手部材 12 の外径面 12a の球面中心は、いずれも、トルク伝達ボール 13 の中心を含む継手中心面 O 内にある。

【0004】 外側継手部材 11 と内側継手部材 12 とが角度 θ だけ角度変位すると、保持器 14 に案内されたトルク伝達ボール 13 は常にどの作動角 θ においても、角度 θ の 2 等分面 ($\theta/2$) 内に維持され、継手の等速性が確保される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図 8 は、上述した等速自在継手の保持器 14 を示している。保持器 14 は、トルク伝達ボール 13 を保持する 6 個の窓形のポケット 14c を円周等配位置に備えている。ポケット 14c の円周方向両側は柱部 14d である。従来、保持器 14 のポケット 14c は、プレスによる抜き加工の後、軸線方向で対向する一対の軸方向壁面 14c1（図 8（b）参照）をシェービング（ブローチ）で仕上げ加工していた。この場合、軸方向壁面 14c1 の加工により、ポケット 14c とトルク伝達ボール 13 との軸方向初期隙間を $-50\mu\text{m} \sim -10\mu\text{m}$ に設定するが、軸方向壁面 14c1 の加工代にばらつきがあると、ポケット 14c の

中心位置が周方向に配列されたポケット14c間でばらつく、所謂ポケット千鳥状態が発生し、保持器14の強度や耐久性に障害となる。そのため、ポケット14cの隅アール部14c3の曲率半径Rを小さくして直線部14c4を残し、軸方向壁面14c1と直線部14c4との間の軸方向寸法 δ を管理して、所謂ポケット千鳥状態が発生しないようにしている。従って、隅アール部14c3の曲率半径Rを小さくする分、本来機能的に不必要な部分までポケット空間が広がる結果となる。

【0006】一方、本出願人は、図7に示す従来の等速自在継手（6個ボールの固定型等速自在継手）と同等以上の強度、負荷容量及び耐久性を確保しつつ、より一層のコンパクト化、軽量化を実現するため、8本のボールトラックと8個のトルク伝達ボールを備えた固定型等速自在継手を既に提案している（特願平8-259484号等）。この既提案に係る等速自在継手では、外側継手部材の外径寸法が上述した従来の等速自在継手（6個ボールの固定型等速自在継手）に比べてコンパクトになる分、保持器のポケット周辺部の断面積が小さくなる。従って、保持器のポケット構造を従来構造のままとすると、ポケット空間が機能面から見て広すぎることにより、保持器の柱部に作用する応力が高くなり、また内径面及び外径面の表面積が小さくなり、保持器の強度及び耐久性が十分に確保できない場合がある。

【0007】そこで、本発明の目的は、上記の既提案に係る等速自在継手において、保持器の機能を損なうことなくポケット構造を最適化し、それによって、保持器の強度及び耐久性、ひいては継手の強度及び耐久性を向上させることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、球面状の内径面に軸方向に延びる8本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、球面状の外径面に軸方向に延びる8本の曲線状の案内溝を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝とこれに対応する内側継手部材の案内溝とが協働して形成される8本のボールトラックに配された8個のトルク伝達ボールと、

トルク伝達ボールを保持する8個の窓形のポケットを有する保持器とを備え、前記ボールトラックが軸方向の一方に向かって楔状に開いた等速自在継手であって、前記保持器のポケットが隅アール部を有し、前記隅アール部の曲率半径Rとトルク伝達ボールの直径dとの比（ R/d ）が $R/d \geq 0.22$ 、好ましくは $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ である構成を提供する。

【0009】比（ R/d ）を上記範囲内としたのは次の理由による。図6は、比（ R/d ）と保持器の柱部（周方向に隣接するポケット間の間隔部）に作用する最大主応力荷重との関係をFEM解析によって求めた結果を示している。同図に示す結果から〔（ R/d ）－（最大主応力荷重）〕線図が $R/d = 0.537$ で極小値を取ることが認められ、 $R/d = 0.537$ のときに柱部の最大主応力荷重が理論上最も小さくなることが確認された。また、表1に示すように、この解析結果に基づいて、トルク伝達ボールの各サイズごとに $R/d = 0.537$ を満足するR寸法を求めた。さらに、R寸法の一般公差が $\pm 1\text{mm}$ （一般公差：基準寸法の区分6mmを超えるものについては許容差が $\pm 1\text{mm}$ ）であることから、R寸法の上限值、下限値を求め、それぞれの値に対応する R/d の上限值、下限値を求めた（ R/d の中央値は上限値と下限値の平均値）。その結果、 R/d の好ましい範囲として、 $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ が得られた。一方、図8に示す従来の保持器では $R/d = 0.21$ であり、 $R/d \geq 0.22$ であれば最大主応力荷重の低減効果が期待できる。従って、比（ R/d ）を $R/d \geq 0.22$ 、好ましくは $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ の範囲内とした。また、比（ R/d ）を上記範囲内にすることにより、保持器の機能（トルク伝達ボールに対する作動性）を損なうことなく、ポケット空間を必要最小限にし、その分、保持器の内径面及び外径面の表面積を増大させることができる。これにより、柱部の最大主応力荷重の低減効果と相俟って、保持器の強度及び耐久性を高めることができる。

【0010】

【表1】

ボール径(d)	R寸法			R/d		
	0.537d	上限値※	下限値※	上限	中央	下限
12.7	6.8	7.8	5.8	0.614	0.535	0.457
14.287	7.7	8.7	6.7	0.609	0.539	0.469
15.081	8.1	9.1	7.1	0.603	0.537	0.471
15.875	8.5	9.5	7.5	0.598	0.535	0.472
16.669	9	10	8	0.6	0.54	0.48
17.462	9.4	10.4	8.4	0.596	0.538	0.481
18	9.7	10.7	8.7	0.594	0.539	0.483
19.05	10.2	11.2	9.2	0.588	0.535	0.483
19.844	10.7	11.7	9.7	0.59	0.539	0.489
20.638	11.1	12.1	10.1	0.586	0.538	0.489
23.812	12.8	13.8	11.8	0.58	0.538	0.496

0.58～0.614 0.535～0.54 0.457～0.496
※一般公差： ± 1 (R6を超えるもの)

【0011】また、本発明は、球面状の内径面に軸方向に延びる8本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材

と、球面状の外径面に軸方向に延びる8本の曲線状の案内溝を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝

とこれに対応する内側継手部材の案内溝とが協働して形成される 8 本のボールトラックに配された 8 個のトルク伝達ボールと、トルク伝達ボールを保持する 8 個の窓形のポケットを有する保持器とを備え、前記ボールトラックが軸方向の一方に向かって楔状に開き、かつ、前記外側継手部材および内側継手部材の各案内溝に直線状の溝底を有するストレート部が設けられた等速自在継手であって、前記保持器のポケットが隅アール部を有し、前記隅アール部の曲率半径 R とトルク伝達ボールの直径 d との比 (R/d) が $R/d \geq 0.22$ 、好ましくは $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ である構成を提供する。この発明の等速自在継手は、外側継手部材および内側継手部材の各案内溝に直線状の溝底を有するストレート部を備えているので、上述した発明の等速自在継手に比較して、大きな作動角を取ることができるという特徴がある。その他の事項は上述した発明の等速自在継手と同じである。

【0012】本発明の等速自在継手において、トルク伝達ボールの組込みは次のようにして行う。すなわち、外側継手部材と内側継手部材とを相対的に角度変位させ、保持器のポケットを外側継手部材の一方の開口部から外部に臨ませた状態で、トルク伝達ボールを保持器のポケット及びボールトラックに組込む。外側継手部材と内側継手部材とが相対的に角度変位すると、保持器のポケットに保持されたトルク伝達ボールは周方向に相対移動するので、トルク伝達ボールの組込み時（この時の外側継手部材と内側継手部材との変位角を「ボール組込み角」という。）、既に組込まれたトルク伝達ボールが周方向に相対移動して保持器のポケットの周方向壁面と干渉しないように、保持器のポケットの周方向長さを設定する必要がある。また、ポケット内でのトルク伝達ボールの周方向相対移動量は、位相角 45° 、 135° 、 225° 、 315° の各位置で最大、位相角 0° 、 90° 、 180° 、 270° の各位置で 0 になる。これらの点を考慮して、前記保持器の 8 個のポケットを、周方向長さが相互に異なる第 1 ポケットと第 2 ポケットとで構成し、かつ、周方向長さの短い第 1 ポケットを 90° 又は 180° の間隔で配置した構成とすることができる。周方向長さの長い第 2 ポケットは、トルク伝達ボールの組込み時に、トルク伝達ボールがポケット内で最大量相対移動してもポケットの周方向壁面と干渉しない長さに設定し、周方向長さの短い第 1 ポケットは、継手が最大作動角（継手が機能上取り得る最大の変位角）を取った時に、トルク伝達ボールがポケット内で最大量相対移動してもポケットの周方向壁面と干渉しない長さに設定する。これにより、トルク伝達ボールの組込み性と継手の機能を確保しつつ、保持器の内径面及び外径面の表面積を増やして、保持器の強度及び耐久性を高めることができる。

【0013】あるいは、保持器の 8 個のポケットを、周方向長さが相互に同じポケットで構成することもでき

る。上述のように、比 (R/d) を上記範囲内の値にすることにより、保持器の強度及び耐久性が向上するので、8 個のポケットの周方向長さを全て同じ（上記の第 2 ポケットと同じ長さ）にすることも可能となる。

【0014】保持器のポケットの壁面のうち、少なくとも該保持器の軸線方向で対向する一対の軸方向壁面は、該保持器の熱処理後の切削によって形成するのが好ましい。ここでの「切削」には、研削、焼入れ鋼切削等が含まれる。これにより、軸方向壁面の加工代のばらつきが縮小するので、従来のポケット構造において軸方向壁面の加工代を管理するために設けていた直線部をなくし、隅アール部の曲率半径を大きくして、比 (R/d) を上記範囲内の値にすることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。

【0016】図 1 及び図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る固定型等速自在継手を示している。この実施形態の等速自在継手は、球面状の内径面 1 a に 8 本の曲線状の案内溝 1 b を軸方向に形成した外側継手部材 1 と、球面状の外径面 2 a に 8 本の曲線状の案内溝 2 b を軸方向に形成し、内径面に歯型（セレーション又はスプライン）を有する嵌合部 2 c を形成した内側継手部材 2 と、外側継手部材 1 の案内溝 1 b とこれに対応する内側継手部材 2 の案内溝 2 b とが協働して形成される 8 本のボールトラックに配された 8 個のトルク伝達ボール 3 と、トルク伝達ボール 3 を保持する保持器 4 とで構成される。内側継手部材 2 の嵌合部 2 c には、例えば自動車のドライブシャフトの軸端部が歯型嵌合（セレーション嵌合又はスプライン嵌合）される。

【0017】外側継手部材 1 の案内溝 1 b の中心 O_1 は内径面 1 a の球面中心に対して、内側継手部材 2 の案内溝 2 b の中心 O_2 は外径面 2 a の球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離 F だけ反対側（同図に示す例では、中心 O_1 は継手の開口側、中心 O_2 は継手の奥側に）オフセットされている。そのため、案内溝 1 b とこれに対応する案内溝 2 b とが協働して形成されるボールトラックは、軸方向の一方（同図に示す例では継手の開口側）に向かって楔状に開いた形状になる。

【0018】保持器 4 の外径面 4 a の球面中心、および、保持器 4 の外径面 4 a の案内面となる外側継手部材 1 の内径面 1 a の球面中心は、いずれも、トルク伝達ボール 3 の中心 O_3 を含む継手中心面 O 内にある。また、保持器 4 の内径面 4 b の球面中心、および、保持器 4 の内径面 4 b の案内面となる内側継手部材 2 の外径面 2 a の球面中心は、いずれも、継手中心面 O 内にある。従って、案内溝 1 b の中心 O_1 のオフセット量 F は、中心 O_1 と継手中心面 O との間の軸方向距離、案内溝 2 b の中心 O_2 のオフセット量 F は、中心 O_2 と継手中心面 O との間の軸方向距離になり、両者は等しい。

【0019】トルク伝達ボールのピッチ円径(PCDBALL)と直径(d)との比 $r_1(=PCDBALL/d)$ は $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$ 、好ましくは $3.5 \leq r_1 \leq 5.0$ の範囲内の値に設定されている。ここで、トルク伝達ボールのピッチ円径(PCDBALL)は、PCRの2倍の寸法である($PCDBALL=2 \times PCR$)。外側継手部材1の案内溝1bの中心O1とトルク伝達ボール3の中心O3を結ぶ線分の長さ、内側継手部材2の案内溝2bの中心O2とトルク伝達ボール3の中心O3を結ぶ線分の長さが、それぞれPCRであり、両者は等しい。また、外側継手部材1の外径(DOUTER)と内側継手部材2の嵌合部2cの歯型(セレーション又はスプライン)のピッチ円径(PCDSERR)との比 $r_2(=DOUTER/PCDSERR)$ は、 $2.5 \leq r_2 < 3.5$ の範囲内の値に設定されている。従って、この実施形態の等速自在継手は、従来継手(6個ボールの固定型等速自在継手)と同等以上の強度および耐久性を有し、かつ、外径寸法がコンパクトである。

【0020】上記構成において、外側継手部材1と内側継手部材2とが角度 θ だけ角度変位すると、保持器4に案内されたトルク伝達ボール3は常にどの作動角 θ においても、角度 θ の2等分面($\theta/2$)内に維持され、継手の等速性が確保される。図3は、保持器4を示している。保持器4は、トルク伝達ボール3を収容保持する8個の窓形のポケット4cと、円周方向に隣接したポケット4c間の柱部4dとを備えている。この実施形態において、各ポケット4cの周方向長さは全て同一である。また、継手の運転初期時におけるポケット4cの軸方向寸法Lとトルク伝達ボール3の直径dとの差($=L-d$)、すなわち両者の間の軸方向初期隙間は $-30 \sim +10 \mu m$ 、好ましくは $-10 \sim +10 \mu m$ の範囲内に管理されている。なお、8個のポケット4cを、周方向長さが相互に異なる第1ポケットと第2ポケットとで構成し、かつ、周方向長さの短い第1ポケットを90度又は180度の間隔で配置しても良い。保持器4は、例えば浸炭用鋼で形成され、その表層部に浸炭焼入れ焼戻しによる浸炭層を備えている。浸炭用鋼としては、クロム鋼、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼等を用いることができる。この実施形態では、クロムモリブデン鋼SCM415Bを用いている。浸炭層の表面硬さはHRC58~63、芯部(浸炭層を除く部分)の硬さはHRC35~45である。また、保持器4の所定断面、特に柱部4dの断面において、全面積中に占める芯部の面積比率は40~55%である。

【0021】図4に拡大して示すように、保持器4のポケット4cは、該保持器4の軸線方向で対向する一対の軸方向壁面4c1と、周方向で対向する一対の周方向壁面4c2と、軸方向壁面4c1と周方向壁面4c2とを繋ぐ隅アール部4c3とで構成される。この実施形態では、トルク伝達ボール3の直径dに対する隅アール部4

c3の曲率半径Rの比(R/d)を $0.45 \leq R/d \leq 0.62$ の範囲内の値、同図に示す例では $R/d=0.537$ に設定し、また、周方向壁面4c2と隅アール部4c3とを曲率半径Rの一つの円弧で描いている。さらに、軸方向壁面4c1については、該保持器4の熱処理(浸炭焼入れ焼戻し)後に、研削又は焼入れ鋼切削等を行って、加工代のバラツキが小さくなるようにしている(周方向)

【0022】壁面4c2と隅アール部4c3はプレスによる抜き加工のまま残している。図5は、本発明の第2の実施形態に係る等速自在継手を示している。この実施形態の等速自在継手が、上述した第1の実施形態の等速自在継手と異なる点は、外側継手部材1の案内溝1bおよび内側継手部材2の案内溝2bにそれぞれ直線状の溝底を有するストレート部U1、U2を設けた点にある。この実施形態の等速自在継手は、外側継手部材1の案内溝1bおよび内側継手部材2の案内溝2bにそれぞれストレート部U1、U2を設けたことにより、上述した第1の実施形態の等速自在継手に比べて最大作動角を大きくすることができる。その他の事項は上述した第1の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、8本のボールトラックと8個のトルク伝達ボールを備えた固定型等速自在継手において、保持器の機能を損なうことなくポケット構造を最適化し、それによって、保持器の強度及び耐久性、ひいては継手の強度及び耐久性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る等速自在継手の縦断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る等速自在継手の横断面図である。

【図3】保持器の横断面図【図3(a)】、縦断面図【図3(b)】である。

【図4】保持器のポケット周辺部を示す拡大平面図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る等速自在継手の縦断面図である。

【図6】比(R/d)と柱部の最大主応力荷重との関係を示す図である。

【図7】従来の等速自在継手を示す縦断面図【図6(a)】、【図6(b)】である。

【図8】従来継手における保持器の縦断面図【図8(a)】、ポケット周辺部を示す拡大平面図【図8(b)】である。

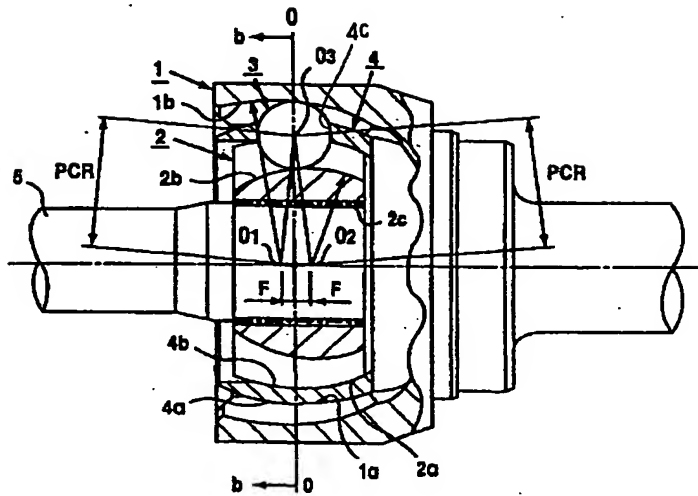
【符号の説明】

- 1 外側継手部材
- 1a 内径面
- 1b 案内溝

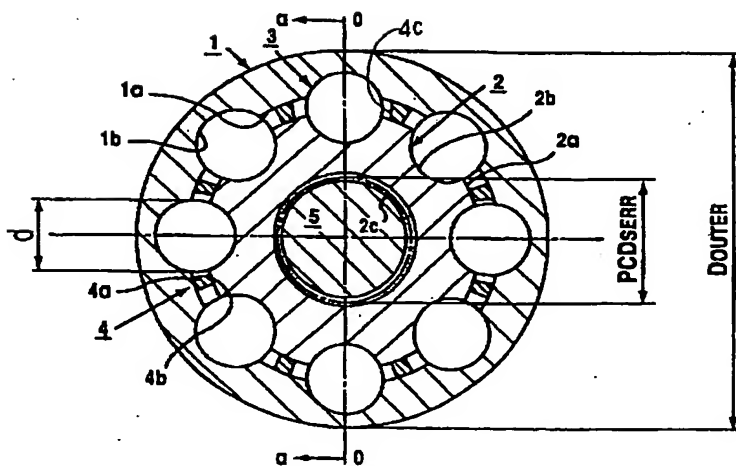
- 2 内側継手部材
 2 a 外径面
 2 b 案内溝
 3 トルク伝達ボール
 4 保持器

- 4 c ポケット
 4 d 柱部
 4 c 1 軸方向壁面
 4 c 3 隅アール部

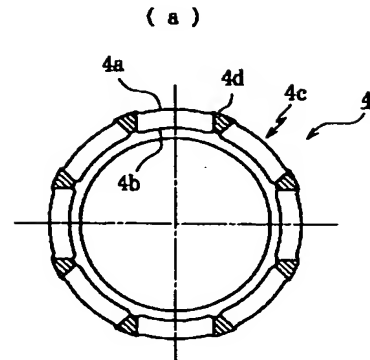
【図1】



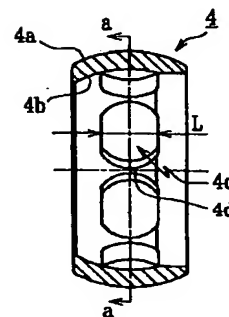
【図2】



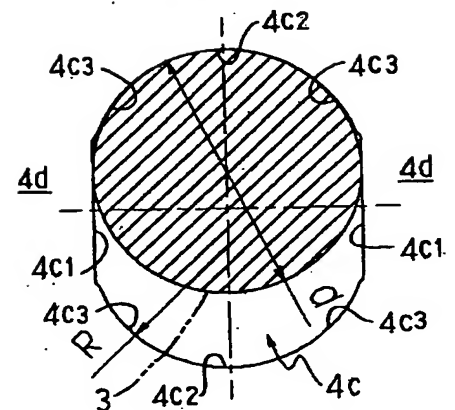
【図3】



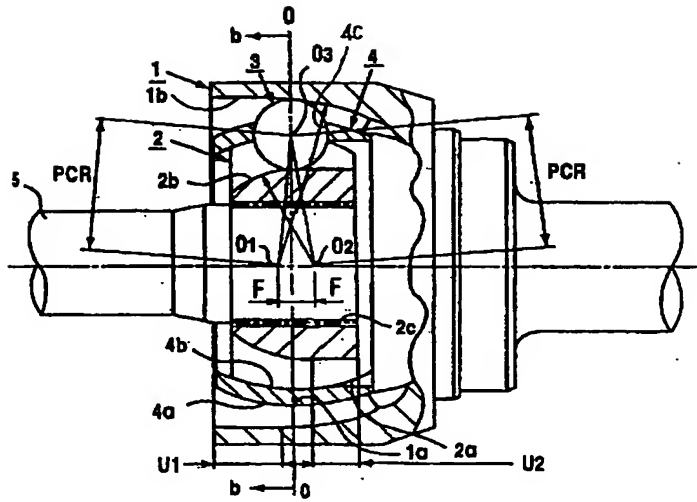
(b)



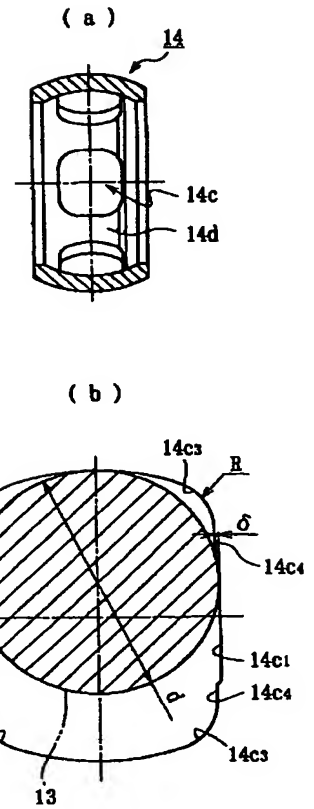
【図4】



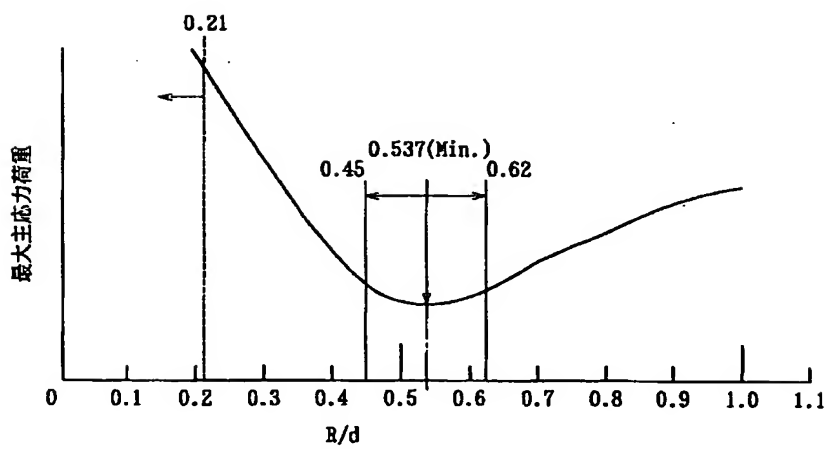
【図5】



【図8】



【図6】



【図 7】

